

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA
CAMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETRÔNICA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO DE
PRODUTOS ELETRÔNICOS**

CARLINHOS ALVES RIBEIRO

**ACIONAMENTO REMOTO DE DISPOSITIVOS
ELÉTRICOS ATRAVÉS DE RADIOCOMUNICAÇÃO
VHF/UHF**

Trabalho de Conclusão de Curso
submetido ao Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia de
Santa Catarina como parte dos
requisitos para obtenção do título
de Especialista.

Orientador: Prof. Fernando Santana
Pacheco, Dr.Eng.

**FLORIANÓPOLIS/SC
2011**

ACIONAMENTO REMOTO DE DISPOSITIVOS ELÉTRICOS ATRAVÉS DE RADIOCOMUNICAÇÃO VHF/UHF

CARLINHOS ALVES RIBEIRO

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do Título de Especialista e aprovado na sua forma final pela banca examinadora do Curso de Pós-Graduação em Desenvolvimento de Produtos Eletrônicos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

Florianópolis, 12 de dezembro de 2011.

Banca Examinadora:

Prof. Fernando Santana Pacheco, Dr.Eng.

Prof. Golberi de Salvador Ferreira, Dr.Eng.

Prof. Carlos Gontarski Speranza, M.Eng.

DEDICATÓRIA

Esse estudo é dedicado ao
Corpo de Bombeiros e a todos
profissionais de serviços humanitários
que garantem a proteção da vida.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela iluminação divina, a minha esposa Luciana, meu filho Carlinhos Jr. e minha filha Carla pelo apoio prestado, a meus colegas do Corpo de Bombeiros pelo incentivo e apoio.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Diagrama de atendimento padrão.....	13
Figura 2: Diagrama de atendimento proposto.....	14
Figura 3: Diagrama da solução.....	17
Figura 4: Rádio WHS150 MINI-COM.....	18
Figura 5: Rádio EP-450.....	19
Figura 6: Layout da rede rádio.....	20
Figura 7: Módulos do projeto.....	23
Figura 8: Esquema da fonte de alimentação com tensão de saída de 5 V.....	24
Figura 9: Pinagem do CI MT8870.....	25
Figura 10: Diagrama de blocos MT-8870.....	25
Figura 11: Esquema implementação MT-8870.....	28
Figura 12: Pinagem do ATMEGA8.....	29
Figura 13: Diagrama de funcionamento.....	30
Figura 14: Esquema interface de saída.....	32
Figura 15: Diagrama eletrônico.....	33
Figura 16: Layout PCI 3D.....	35
Figura 17: Layout PCI face simples.....	35
Figura 18: PCI confeccionada pelo processo de corrosão.....	36
Figura 19: Protótipo.....	37
Figura 20: Placa final medindo 6 x 12 cm.....	37
Figura 21: Conexão do rádio ao equipamento.....	39

LISTA TABELAS

Tabela 1: Tabela de frequência X código (DTMF).....	21
Tabela 2: Descrição de pinos do CI MT-8870.....	26
Tabela 3: Frequências DTMF obtidas para cada um dos símbolos padrão.....	27
Tabela 4: Materiais utilizados.....	34
Tabela 5: Tempo ligações de chamado.....	40

LISTA DE SIGLAS

UHF	- Frequência Ultra Alta
VHF	- Frequência Muito Alta
DTMF	- Dual-Tone Multi-Frequency
RELM	- Fabricante de produtos de telecomunicação
CI	- Circuito integrado
NA	- Normalmente aberto
NF	- Normalmente fechado
RISC	- Conjunto reduzido de instrução

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA	10
1.2 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA	11
1.3 JUSTIFICATIVA.....	15
1.4 OBJETIVOS	15
1.4.1 Objetivo Geral	15
1.4.2 Objetivos Específicos	15
2 REQUISITOS DO PROJETO	16
2.1 AVALIAÇÃO PRÉVIA DA SOLUÇÃO	20
3 TECNOLOGIA EMPREGADA NA SOLUÇÃO	21
3.1 MICROCONTROLADORES	22
4 MÓDULOS DO PROJETO	22
4.1 FONTE DE ALIMENTAÇÃO	23
4.2 DECODIFICAÇÃO DTMF	24
4.3 APLICAÇÕES DO ATMEGA8	28
4.4 INTERFACE DE SAÍDA	31
5 PLACA DE CIRCUITO IMPRESSO	32
5.1 PROTÓTIPO.....	36
5.2 PROBLEMAS ENCONTRADOS	37
5.3 FUNCIONAMENTO	38
5.4 RESULTADOS OBTIDOS.....	39
6. CONCLUSÃO	41
ANEXOS	44

RESUMO

Em situações de emergência, a agilidade de resposta é fundamental. Grande parte dos órgãos públicos de atendimento de emergências, como os Bombeiros, empregam uma estrutura com central de atendimento única e equipes geograficamente espalhadas por uma determinada região. A central recebe chamadas telefônicas de um solicitante, coleta as informações e, no procedimento padrão atual, só aciona uma equipe de atendimento após a coleta de todas as informações necessárias para o deslocamento. Neste trabalho, propõe-se que a equipe já possa ser colocada em prontidão paralelamente à coleta de informações. Para tal, propõe-se que a conexão entre a central e as unidades (equipes de atendimento) seja feita via rádio, com o uso de um dispositivo que acione remotamente uma sirene nas unidades. Este trabalho apresenta o desenvolvimento deste dispositivo, incluindo seu projeto, implementação e testes. Além disso, também quantifica o ganho de tempo obtido com a utilização do dispositivo, através de um levantamento em situações reais de atendimento de chamadas de emergência.

Palavras-chave: emergência; interface; rádio.

ABSTRACT

During emergency situations, responsiveness is critical. Large part of the public agencies for emergency response, such as firefighters, employ a structure with a single call center and teams geographically spread across a given region. The center receives calls from a requestor, collects information, and, following the current standard procedure, only triggers a service team after collecting all the information necessary for the displacement. In this work, it is proposed that the team has to be placed in readiness alongside the collection of information. To this end, it is proposed to connect the central unit and the emergency team by radio, using a device to remotely activate a siren units. This paper presents the development of this device, including its design, implementation and testing. It also quantifies the gain in time obtained using the device, through a survey in real answering emergency calls.

Keywords: emergency; interface; radio.

1 INTRODUÇÃO

Em situações de emergência, todo tempo é precioso. Em uma parada cardiorrespiratória, por exemplo, quanto menor o tempo de espera pelo atendimento, maior a chance de recuperação. Para esse caso, sabe-se ainda que o limite de espera está entre 15 a 18 minutos. No caso de uma hemorragia, quanto mais rápida a contenção, maior a possibilidade de salvar a vida de um indivíduo. É evidente, assim, que qualquer ação para diminuir o tempo de atendimento é de fundamental importância para os chamados de emergências.

A agilidade no atendimento de uma emergência pode ser aumentada, de forma a aproveitar melhor os recursos existentes e obter um tempo de resposta mais rápido quando se emprega uma central única de atendimento de solicitações de emergências, com unidades localizadas em pontos distantes.

Um chamado de emergência é um elemento reativo, ou seja, primeiro deve acontecer o fato, seja ele um acidente ou sinistro, para então haver a reação do sistema. Sempre que ocorre um chamado dessa natureza, os agentes envolvidos (bombeiros, policiais, defesa civil) necessitam coletar um conjunto de informações. A agilidade e precisão dessa coleta constitui fatores decisivos para um bom atendimento, definindo os recursos que serão empenhados para a realização, bem como sua correta localização. Enfatiza-se que qualquer ganho de tempo nessa etapa é valioso.

1.1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

Desde as últimas décadas, os sistemas de radiocomunicação VHF/UHF vêm sendo utilizados em grande escala para o transporte de voz. A rede de rádio consiste, geralmente em um emissor e vários receptores; assim, quando o sinal é enviado de um rádio, todos recebem simultaneamente. Entretanto na maior parte do tempo o sistema fica ocioso (estado de espera), fica na espera, possibilitando a implantação de novo serviço. Ao canal de voz corresponde também uma certa faixa de frequência na qual pode-se inserir vários tipos de informação, como por exemplo sinais telefônicos, sinais musicais, sinais telegráficos, ou transmissão de dados.

Este trabalho tem como propósito o desenvolvimento de uma interface para ser utilizada em rede de radiofrequência para o acionamento remoto de dispositivos elétricos, visando implementação de novos recursos na infraestrutura existente.

O conjunto dos meios envolvidos para a transmissão de informação via rádio num sentido (por exemplo de A para B) é chamado de canal de (canal RF). Ocorre que na prática, como as ligações são geralmente bidirecionais, costuma chamar de canal RF o conjunto dos meios envolvidos para transmissão do sinal nos dois sentidos. (SILVA, 1977, p. 4).

A utilização dos meios de radiocomunicação para o envio de sinais garante um acionamento de equipamentos conectados em uma rede elétrica á dezenas de quilômetros proporcionando baixo custo em relação a cabos. A utilização de componentes eletrônicos de fácil aquisição no mercado nacional, este projeto apresenta uma interface para controle de dispositivos elétricos, proporcionando um melhor aproveitamento dos recursos existente em uma rede de radiocomunicação.

1.2 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

No Corpo de Bombeiros de Florianópolis, o atendimento de chamadas de emergência segue um procedimento padrão, definido pela corporação a partir da experiência acumulada em vários anos. Os procedimentos são representados na Figura 1 através de um fluxograma com as seguintes definições:

- Ocorrência emergencial: Representa um acidente de trânsito, incêndio ou qualquer outro tipo de emergência.
- Solicitante ou informante: Pode ser a própria vítima ou qualquer pessoa que tenha conhecimento do caso.
- Central de atendimento: Local onde é realizado o atendimento de chamadas telefônicas. A central tem contato direto com o solicitante, devendo coletar o maior número de informações possíveis e acionar a equipe mais próxima disponível, repassando as informações necessárias.
- Coleta de informações: Refere-se principalmente à localização e gravidade da situação no local. Uma coleta adequada facilita o trabalho, sendo fundamental para o deslocamento da equipe apropriada, bem como a alocação de recursos.
- Chamado interno: Consiste em acionar a equipe apropriada mais próxima do local, realizando contato via telefone ou radiocomunicação. É efetuado pelo atendente na central de atendimento.

- Acionamento da equipe: O membro da equipe acionada que tomou conhecimento da solicitação aciona o alarme para reunir a equipe. O local de encontro é o veículo de emergência.

- Captura de informação: Para realizar o deslocamento é fundamental obter o destino, para isso é solicitado ao atendente que repasse as informações necessárias. É importante ressaltar que a equipe que se desloca para o atendimento não recebeu diretamente o chamado.

- Deslocamento: Com base nas informações, são deslocados recursos humanos e materiais para o local da solicitação.

- Atendimento: Contato com a vítima da emergência.

Fonte: Do autor, 2011.

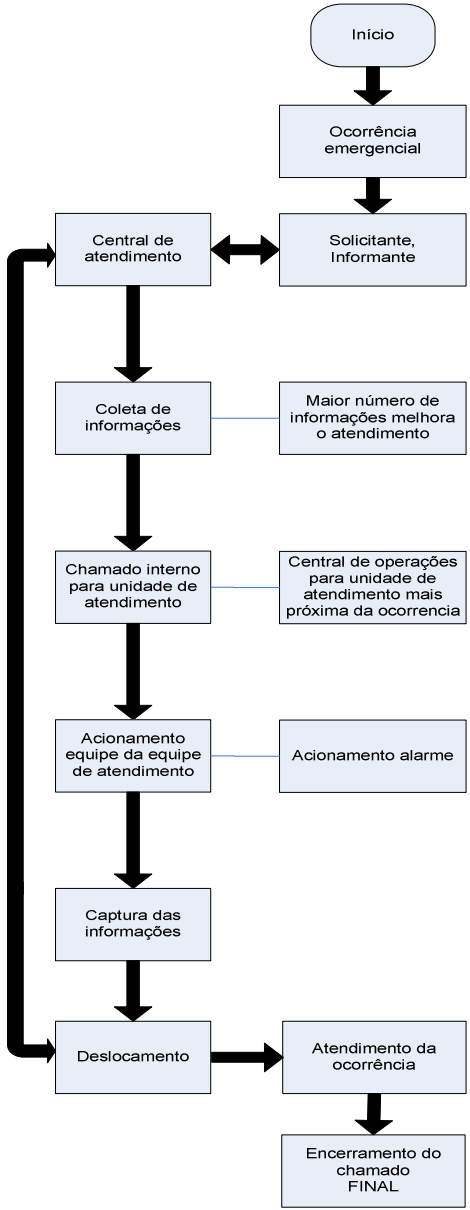


Figura 1: Diagrama de atendimento padrão

Nota-se que as etapas ocorrem de forma serial e a equipe só pode ser acionada após a coleta de todas as informações, influenciando diretamente no tempo total de atendimento.

Embora o tempo individual de cada etapa seja curto, a possibilidade de colocar alguma etapa em paralelo pode contribuir para diminuição do tempo total, como representamos no fluxograma da Figura 2.

Fonte: Do autor, 2011.

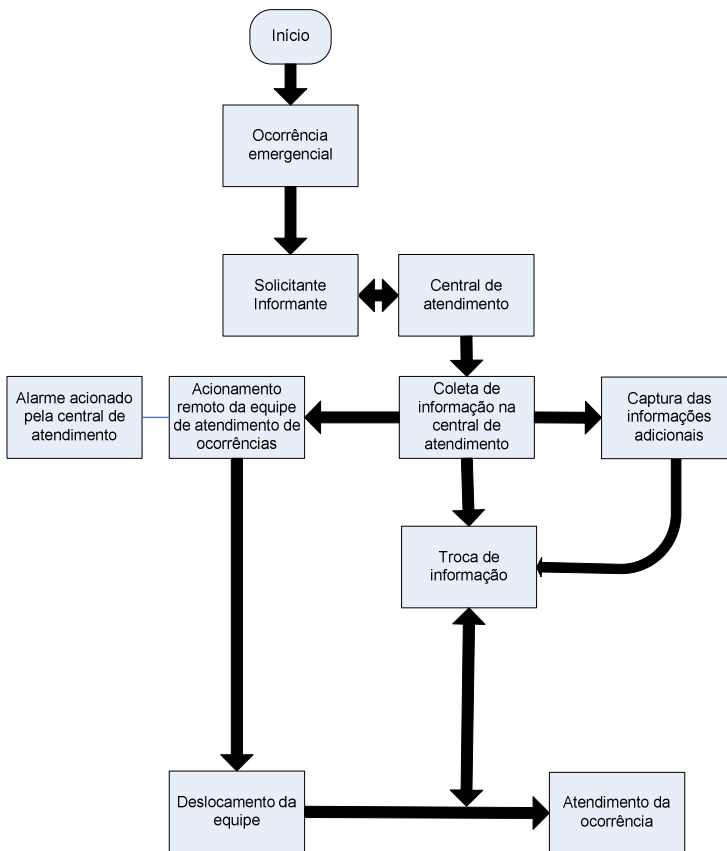


Figura 2: Diagrama de atendimento proposto

Como pode ser verificado na Figura 2, existe a possibilidade de alocar algumas etapas em paralelo, pois o atendente, nos primeiros instantes, consegue informações básicas e fundamentais para definir a equipe mais próxima. A possibilidade de acionar rapidamente a equipe remota permite que informações adicionais sejam obtidas do solicitante sem prejudicar o tempo total de resposta.

1.3 JUSTIFICATIVA

Conforme descrito na Seção 1.2, há necessidade importante de diminuir o tempo total de atendimento de chamadas de emergência. Colocar parte do atendimento em paralelo mostra-se como uma forma acelerar o processo.

Isso pode ser feito com alternativas extremamente complexas e caras ou com um recurso simples e barato. Nesse trabalho, com o objetivo de manter os custos extremamente baixos, a comunicação entre a central e a equipe é realizada de forma unidirecional, através de uma simples sirene colocada nos postos de atendimento e acionada remotamente pela central.

Não há, em nosso conhecimento, um produto no mercado que faça o acionamento remoto de um equipamento elétrico sem alterar a estrutura já existente, e não prejudique o canal de voz em sistemas de grande porte. Além disso, o custo de fabricação e a arquitetura aberta para garantir a manutenção são fatores relevantes para promover a evolução do sistema.

Desta forma percebe-se a importância deste trabalho que visa facilitar o acesso para todos que dispõem de sistemas de radiocomunicação e tem a necessidade de realizar o acionamento de dispositivos elétricos, utilizando o mesmo canal de voz.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é reduzir o tempo de atendimento de chamadas de emergência através da utilização de uma interface de comunicação unidirecional, de baixo custo, que interliga uma central de atendimento de emergência com as equipes de atendimento.

1.4.2 Objetivos Específicos

Como objetivos específicos deste trabalho têm-se:

- Projetar uma interface que utilize a infraestrutura de radiocomunicação VHF/UHF já existente para ligar dispositivos elétricos.
- Implementar a interface projetada.
- Avaliar a interface desenvolvida sob os aspectos funcionais e econômicos.
- Quantificar a redução no tempo de atendimento através da coleta de dados em campo.

2 REQUISITOS DO PROJETO

A comunicação e a confiabilidade são fundamentais para o bom andamento dos serviços emergenciais. Uma informação despercebida ou a falha no meio de comunicação podem causar transtornos indesejáveis no atendimento. A opção pela escolha do meio de comunicação deve ser analisada em relação aos custos e benefícios. Três alternativas foram analisadas para esse projeto:

- Rede de dados
- Telefone convencional
- Rede de radiocomunicação

O “mundo” da internet é o que oferece mais recursos, com um grande número de equipamentos disponíveis e de fácil aquisição no mercado nacional. Entretanto, tem o inconveniente de ser o mais suscetível a falhas e menor robustez. Um *link* de dados, muitas vezes torna-se indisponível em calamidades.

O telefone convencional é mais robusto e mais simples de ser utilizado. É utilizado em grande escala nas empresas de alarmes. Entretanto a exigência de uma linha telefônica gera custos para o serviço.

Uma rede de radiocomunicação é um sistema simples e robusto, com possibilidade de inserção de equipamentos redundantes, e totalmente independente de operadoras. “O objetivo na transmissão de um sinal através de um sistema rádio é possibilitar que, na recepção, o mesmo seja uma réplica exata do sinal transmitido” (SILVA, 1997, p. 218).

É importante destacar que a rede deve ser licenciada pelo órgão regulador para uso de determinada faixa de frequências. Além disso,

deve-se ter cuidado de não prejudicar o serviços já existentes. Dois rádios sintonizados na mesma frequência já constituem em um canal de comunicação, podendo ser utilizado para o transporte de dados ou voz.

Após análise das três possibilidades: rede de telefonia convencional, rede de dados e de radiocomunicação, foi feita a escolha pelo sistema de radiocomunicação para o desenvolvimento do projeto da interface. A opção pela rede de rádio foi feita por sua operação simples, robusta e completamente independente dos demais sistemas de comunicação. Este é o sistema mais confiável em calamidades.

A solução aqui proposta é apresentada na Figura 3. Na central de atendimento de chamada é empregado um rádio comercial que já gera um sinal DTMF. Assim a geração de sinal DTMF fundamental para o funcionamento do projeto será fornecida pelo próprio rádio. Esta não é uma limitação, uma vez que praticamente todos os rádios possuem teclado numérico e geração de DTMF. No lado da equipe de atendimento, outro rádio comercial é usado. A interface desenvolvida conecta o rádio ao equipamento a acionar (sirene, neste caso).

Fonte: Do autor, 2011.

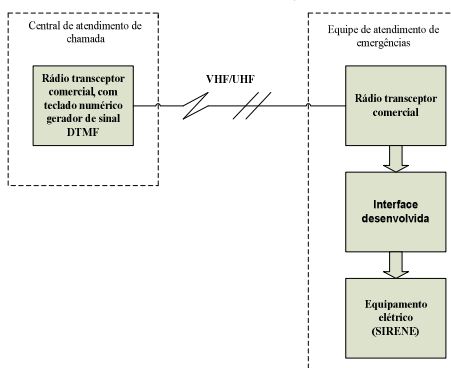


Figura 3: Diagrama da solução

Neste trabalho, pretende-se conectar à central e equipe de atendimento através de um meio alternativo. Assim, durante o atendimento da chamada telefônica de emergência, o atendente já poderá acionar a sirene.

Nota-se que uma sirene é um dispositivo elétrico de simples acionamento. Entretanto, quando o interruptor de acionamento está a uma grande distância, é inviável a conexão por fios. Assim para o problema aqui proposto, a conexão deve ser feita de outro modo.

Um equipamento de rádio convencional não consegue acionar diretamente outro dispositivo. É necessária uma interface para que o mesmo consiga realizar o acionamento. Utilizando a sinalização DTMF para geração de tom com combinação de duas frequências é possível criar códigos de acesso e desenvolver uma interface microcontrolada. A sinalização DTMF é utilizada em grande escala em telefonia para identificação de chamadas e alarmes.

Atualmente, temos um grande número de centrais CPA que utilizam a tecnologia digital. Essas centrais utilizam tons Interface desenvolvida multifrequencias (DTMF) para prestar serviços como: identificação de chamada, serviços de despertador totalmente programáveis pelo teclado do aparelho. (LIMA, 2001, p. 87).

É possível também aplicá-la em radiocomunicação. Uma grande parte de rádios utilizados nas faixas VHF e UHF possuem teclado numérico e geram sinais DTMF. O rádio utilizado para os ensaios neste trabalho foi o modelo WHS150 MINI-COM do fabricante RELM CHATRAL com as seguintes características principais:

- 32 canais programáveis.
- Faixa de operação de 144 a 178 MHz.
- Teclado numérico gerador de DTMF.

Este rádio é apresentado na Figura 4. Nota-se o teclado numérico para gerar o sinal DTMF.

Fonte: Do Autor, 2011.



Figura 4: Rádio WHS150 MINI-COM

Lembra-se também que alguns rádios não possuem teclado, como, por exemplo, o modelo Motorola EP-450 apresentado na Figura 5.

Fonte: Do autor, 2011.



Figura 5: Rádio EP-450

Entretanto, isso não é uma limitação para esse projeto, já que um rádio com teclado é necessário somente no local da central de atendimento. As várias unidades acionadas, como mostra a Figura 6, somente recebem o sinal DTMF.

Ainda na Figura 6, tem-se o layout do sistema de rádio usual na corporação dos bombeiros, onde os rádios se comunicam entre si controlados por uma base. Toda a informação enviada na rede de radiocomunicação de qualquer rádio da rede é encaminhada a todos os equipamentos sintonizados no mesmo canal.

Fonte: Do autor, 2011.



Figura 6: Layout da rede rádio

2.1 AVALIAÇÃO PRÉVIA DA SOLUÇÃO

O tempo de um chamado de emergência é, por várias razões óbvias, variável. Para quantificar o possível ganho de tempo, realizou-se a marcação da duração de 16 chamadas na central de atendimento. Esse conjunto apresentou tempo médio de 133 segundos. Durante a coleta desses dados notou-se também que as informações básicas para pré-acionamento da equipe estavam disponíveis nos primeiros segundos. Estima-se, assim, que é possível obter um ganho médio de 1 minuto no tempo de resposta ao usar um equipamento como o aqui apresentado.

3 TECNOLOGIA EMPREGADA NA SOLUÇÃO

DTMF (*Dual Tone Multiple Frequency*) é um sistema de sinalização através de duas frequências de áudio usado em telefones com teclado digital geradores de tom, permitindo que o sinal de tom seja transportado via cabos ou ondas de rádio, podendo ser capturado em local remoto.

A Tabela 1, retirada do datasheet do CI MT-8870, mostra os sinais gerados com a combinação de duas frequências. Por exemplo, a combinação das frequências 697 Hz e 1209 Hz é usada para gerar o código 1.

Tabela 1: Tabela de frequência X código (DTMF)

Tabela DTMF				
Hz	1209	1336	1477	1633
697	1	2	3	A
770	4	7	8	B
852		*	0	C
941			#	D

Fonte: Do autor, 2011.

A grande utilização desta sinalização faz com que a oferta de componentes eletrônicos de baixo custo e fácil aquisição no mercado nacional seja grande, proporcionando fácil aplicação em projetos eletrônicos. Neste trabalho utiliza-se o circuito integrado MT8870 descrito na seção 4.2.

O sinal DTMF é gerado por um rádio que tenha um teclado numérico e enviado para as unidades receptoras para um rádio qualquer sintonizado na mesma faixa de frequência na forma de tom. O sinal pode, inclusive, ser ouvido no alto-falante do rádio receptor. Através de um pino ligado ao conector do fone de ouvido, pode ser coletado o sinal do rádio, conduzindo para a entrada de sinal DTMF no circuito integrado MT-8870.

3.1 MICROCONTROLADORES

Para realizar o controle do dispositivo remoto é preciso tratar o sinal recebido. O uso de microcontroladores é bastante difundido na indústria eletrônica estando, presentes nos mais diversos equipamentos domésticos e industriais. Além disso, o baixo custo e grande variedade existente no mercado proporcionam praticidade em projetos eletrônicos.

Os microcontroladores são divididos em famílias, cada uma com características próprias. Os de oito bits têm uma participação grande no mercado e baixo custo.

O microcontrolador ATMEGA8 foi escolhido por ser utilizado no curso de Desenvolvimento de Produtos Eletrônicos, pelo baixo custo e possibilidade de implantar novos recursos ao projeto sem necessidade da troca de hardware, uma vez que a memória *flash* pode ser regravada várias vezes, permitindo a realização de testes e atualização do *firmware*.

O acionamento dos equipamentos elétricos é realizado através do microcontrolador ATMEGA8, que ao receber o sinal do circuito integrado MT8870 nas portas de entrada, analisa e aciona uma porta de saída.

O sinal de saída do microcontrolador é de 5 V e 40 mA, insuficiente para o acionamento de cargas de maior potência. Neste caso emprega-se um relé isolado do circuito de controle através de um isolador óptico. O isolamento óptico garante o acoplamento de um circuito de baixa potência para outro de maior potência, torna o circuito mais compatível com outras cargas, podendo ser acionado desde uma lâmpada até um motor elétrico. Usa-se aqui, o circuito integrado 4n25, facilmente encontrado no mercado nacional e de baixo custo.

4 MÓDULOS DO PROJETO

A conexão adequada das tecnologias apresentadas materializa o projeto, como mostra a Figura 7.

O sinal DTMF é gerado por um aparelho de rádio que tenha teclado numérico, e transportado pelo canal de radiofrequência para todos os receptores que estejam na mesma frequência, emitindo um tom no alto-falante de todos os rádios receptores. O tom é captado na saída do alto-falante e inserido no MT-8870 que é o receptor DTMF.

O CI MT8870 decodifica o sinal e coloca na sua saída Q1 a Q4 um sinal binário. O microcontrolador coleta as informações, realiza o processamento e compara com o código programado, acionando sua saída.

Os módulos são detalhados nas seções seguintes.

Fonte: Do autor, 2011.

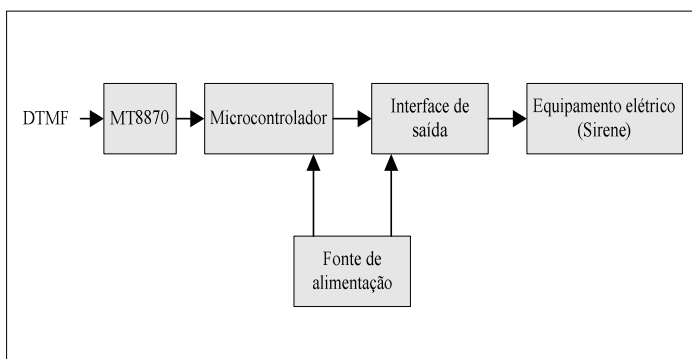


Figura 7: Módulos do projeto.

4.1 FONTE DE ALIMENTAÇÃO

A fonte é um item de suma importância em um circuito eletrônico, pois garante o funcionamento do circuito e proteção do equipamento. O preço das fontes depende de vários fatores, como capacidade de corrente e grau de confiabilidade. A fonte de alimentação utilizada no projeto é formada por quatro partes principais:

Transformador - Transforma a tensão AC e corrente de entrada para um valor utilizável em AC.

Ponte retificadora - Retifica os pulsos de modo a produzir uma saída com nível médio não-nulo.

Filtragem - Filtra a tensão, produzindo um sinal de e corrente contínua.

Regulação - Regula a saída de modo a ter uma tensão constante.

As características funcionais são: Entrada de 220 V e saída de 5 V, transformador com primário 220 V e secundário 9 V; CI

LM7805, um regular de tensão linear, com saída de 5 V e entrada variável de 7-25 V, proteção contra curto circuito e superaquecimento.

Fonte: Do autor, 2011.

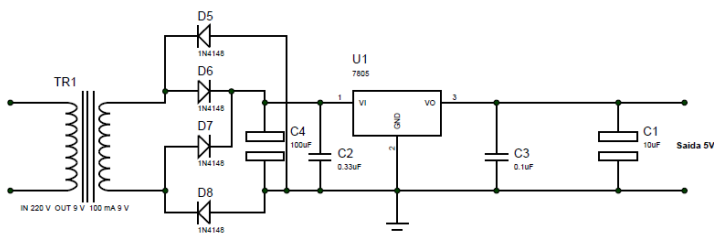


Figura 8: Esquema da fonte de alimentação com tensão de saída de 5 V

4.2 DECODIFICAÇÃO DTMF

O MT-8870 é um receptor DTMF completo que integra as funções de filtro passa banda e decodificador em um único componente de 18 pinos formato DIP. O MT-8870 tem baixo consumo de energia (máximo de 35 mW), conforme informações contidas no *datasheet*. Sua seção de filtro usa a tecnologia de comutação de capacitores para ambos os filtros do grupo de alta e baixa e para a rejeição de tom. O seu decodificador digital utiliza técnicas de contagem para detectar e decodificar todos os 16 pares de tons DTMF num código de quatro bits. A contagem externa de componentes é minimizada por oferecer um amplificador diferencial na entrada do chip, gerador de clock, barramento e interface tri-state. Os componentes externos mínimos exigidos incluem um cristal de 3,579545 MHz, um resistor e um capacitor de temporização. O MT-8870 também fornece uma opção *power-down*, em que o consumo cai para menos de 0,5 mW. A Figura 9 mostra a pinagem com identificação dos pinos.

Fonte: MITEL, 2010.

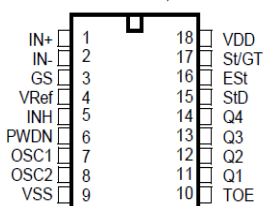


Figura 9: Pinagem do CI MT8870

O diagrama de bloco, Figura 10 os principais componentes, e sua funcionalidade.

Fonte: MITEL, 2010.

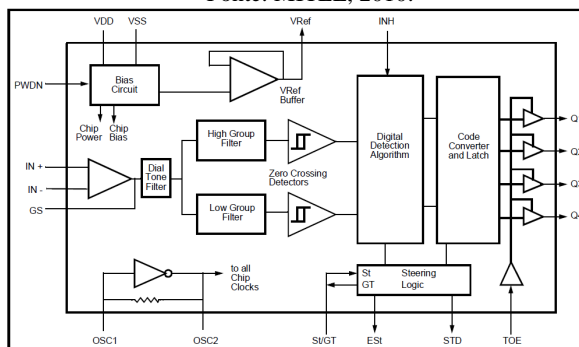


Figura 10: Diagrama de blocos MT-8870

A Tabela 2 apresenta uma breve descrição dos pinos conforme pode ser observado:

Tabela 2: Descrição de pinos do CI MT-8870

Pino	Nome	Descrição
1	IN+	Entrada não inversora do amplificador operacional.
2	IN-	Entrada inversora do amplificador operacional.
3	GS	Seleção de ganho dá acesso à saída do amplificador diferencial para o resistor de realimentação.
4	Vref	Tensão de referência (saída). Nominalmente VDD /2.
5	INH	Inibição da entrada. Lógica alta inibe a detecção de tons de representar caracteres A, B,C e D. Este pino de entrada é nível baixo internamente.
6	PWDN	Desliga o aparelho e inibe o oscilador, este pino é conectado a nível baixo internamente.
7	OSC1	Clock entrada.
8	OSC2	Clock saída.
9	Vss	Terra 0 V.
10	TOE	Três estados de saída. Nível alto habilita saída Q1-Q4. Este pino é nível alto internamente.
11	Q1	Saída de dados. Quando ativado pelo TOE, fornece o código correspondente ao último valor de tom recebido. Quando TOE é nível lógico baixo as saídas são de alta impedância.
12	Q2	
13	Q3	
14	Q4	
15	StD	Direção de atraso. Lógica alta quando recebe um par de tom na sua saída, retorna a nível baixo quando a tensão St/GT cai.
16	Est	Direção inicial (saída). Apresenta uma lógica alta uma vez que o algoritmo digital detectou um par de tons válidos (condição de sinal). Qualquer perda momentânea da condição de sinal fará a EST retornar a um ponto baixo lógico.
17	St/GT	Direção de entrada / Guarda do tempo (saída) bidirecional . Uma tensão maior do que VTSt detectado em St faz com que o dispositivo pare de registrar os tons detectados e atualiza o pino da saída.
18	Vdd	Entrada alimentação 5 V.

Fonte: Do autor, 2011.

O uso do circuito integrado MT8870 para o recebimento do sinal DTMF e sua decodificação facilita o desenvolvimento de projetos, uma vez que em um único receptor de pequeno tamanho, baixo consumo de energia e alto desempenho realiza essa tarefa. A tabela 3 apresenta a entrada e saída com valores binários (saída Q1 a Q4) com o respectivo valor decimal bem como as combinações de frequências correspondentes.

Tabela 3: Frequências DTMF obtidas para cada um dos símbolos padrão (teclas de um telefone)

Tecla	Saída digital				Valor decimal	Baixa (Hz)	Alta (Hz)
	Q4	Q3	Q2	Q1			
1	0	0	0	1	1	697	1209
2	0	0	1	0	2	697	1336
3	0	0	1	1	3	697	1477
4	0	1	0	0	4	770	1209
5	0	1	0	1	5	770	1336
6	0	1	1	0	6	770	1477
7	0	1	1	1	7	852	1209
8	1	0	0	0	8	852	1336
9	1	0	0	1	9	852	1477
0	1	0	1	0	10	941	1336
*	1	0	1	1	11	941	1209
#	1	1	0	0	12	941	1477
A	1	1	0	1	13	697	1633
B	1	1	1	0	14	770	1633
C	1	1	1	1	15	852	1633
D	0	0	0	0	0	941	1633

Fonte: Do autor, 2011.

O circuito eletrônico para implementação de entrada do sinal DTMF no circuito integrado MT-8870 é representado conforme nota de aplicação sugerida pelo fabricante na Figura 11.

Fonte: MITEL, 2010.

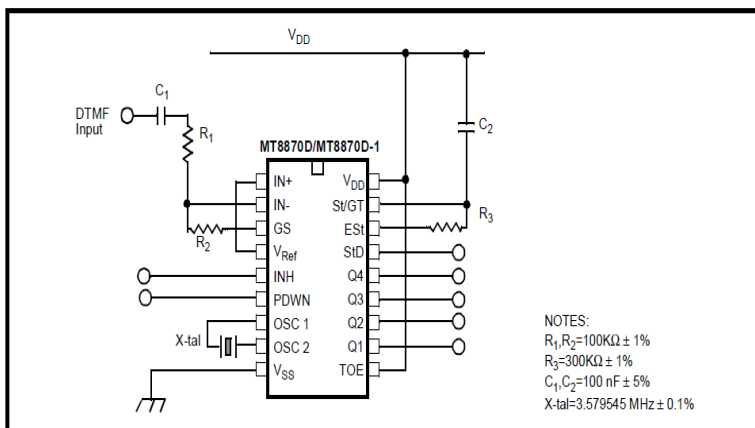


Figura 11: Esquema implementação MT-8870

O sinal DTMF entra pela conexão de C1, é decodificada e aciona uma saída de 4 bits (Q1 a Q4) conforme código correspondente.

O software de desenvolvimento de circuitos eletrônicos Proteus na versão 7.7 não disponibiliza uma biblioteca para simulação do MT-8870. Para teste prévio, foi montado um circuito em uma matriz de contatos, seguindo as especificações apresentada na Figura 10. O procedimento constitui na entrada de sinal DTMF no plugue do fone de ouvido do rádio e envio de um sinal de outro rádio. Pressionando alguns dígitos no teclado numérico do rádio, os resultados obtidos em Q1, Q2, Q3 e Q4 foram analisados e comparados com a saída conforme a Tabela 2. Para este teste prévio não foi detectado qualquer problema.

4.3 APLICAÇÕES DO ATMEGA8

O CI MT-8870 é um receptor DTMF que, a partir de um sinal de entrada apresenta um código binário em sua saída. Para viabilizar algumas ações, foi empregado o microcontrolador ATMEGA8.

A utilização de um microcontrolador permite ler os dados de saída do decodificador DTMF, armazená-los se necessário e acionar portas de saída conforme o sinal de entrada. Com a flexibilidade da programação é possível criar vários circuitos independentes e com ações diferenciadas. Assim acionamentos individuais para cada equipamento podem ser efetuados. Uma aplicação seria o acionamento independente

de alarme remoto entre várias unidades, utilizando um único canal de radiocomunicação como meio de transporte.

Uma descrição da pinagem do AVR ATMEGA8 pode ser observada na Figura 12 retirada do datasheet.

Fonte: ATMEL, 2010.

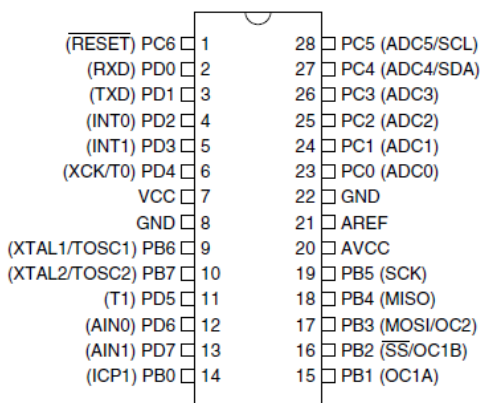


Figura 12: Pinagem do ATMEGA8

Os microcontroladores são dispositivos de alto desempenho, baixo custo e fácil aquisição, por possuir internamente um processador e memória são capazes de realizar várias instruções programadas, utilizando um software apropriado é possível editar programas compilar e enviar o executável para o microcontrolador.

O código de programação foi escrito em C utilizado o AVR Studio para elaboração e geração do código .hex para gravar o microcontrolador. O código fonte é simples, como mostra o diagrama da Figura 13.

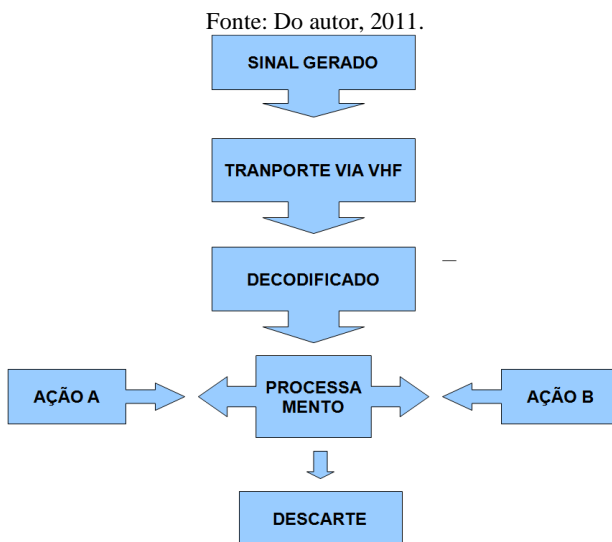


Figura 13: Diagrama de funcionamento

O AVR Studio é um software fornecido pela ATMEL para o desenvolvimento, programação e simulação dos microcontroladores da família AVR. Constitui de um conjunto de ferramentas para elaboração desde o código fonte, compilação e simulação.

O hardware para gravação do ATMEGA8 pode ser facilmente encontrado na internet.

Para gravar o microcontrolador foi utilizado o programa PonyProg disponível para download em <http://www.lancos.com/prog>. Foi utilizado um simples circuito para interface paralela disponível no site. O software Proteus disponibiliza biblioteca para simulação do microcontrolador AVR ATMEGA8, facilitando o desenvolvimento, tornando mais rápido o teste e análise do circuito.

Para que seja possível o acionamento independente de diversos equipamentos elétricos através de sinal DTMF utilizando um único canal de radiocomunicação, é necessário um sistema de controle.

O uso de microcontrolador em sistema de controle é bem empregado por várias razões, dentre elas a facilidade de alterar qualquer parâmetro de entrada ou saída sem a necessidade de alterar o circuito, possibilidade de implementar recursos tais como temporização, alarme ou sinalização entre outros. O número mínimo de 5 entradas e duas

saídas são características mínimas para acionar 2 equipamentos elétricos independentes conectados no mesmo local. Um maior número de saídas possibilita o acionamento proporcional à quantidade de saída disponível, devendo para isso ser alterado o código fonte.

O ATMEGA8 é um microcontrolador de 8-bit com baixo consumo, de tecnologia CMOS e arquitetura RISC. Apresenta a capacidade de executar uma instrução por ciclo de relógio devido à conexão direta de seus 32 registradores gerais com a unidade lógica aritmética e uma frequência de funcionamento de até 20 MHz. Além disso, apesar de ser RISC, possui um grande número de instruções, o que permite melhor otimização do código de alto nível em linguagem C. Outras características que permitem a maximização do desempenho e do paralelismo são a arquitetura Harvard e a técnica do pipeline, além disso, destacam-se a presença de memórias Flash, EEPROM e SRAM, de três temporizadores contadores e acionar interrupções. A memória flash ou flash ROM utiliza baixas tensões de apagamento, este é feito em tempo reduzido. O apagamento da memória flash é extremamente rápido, ao contrário da EEPROM, não é possível reprogramar apenas um único endereço, isto é, quando a memória é apagada, todos os seus endereços são zerados. O AVR apresenta 8 Kbytes de memória Flash Programável on-chip para armazenamento de programas. Foi utilizado como portas de entrada para o circuito PC1, PC2, PC3, PC4 e como porta de saídas PD3 e PD4, e oscilador interno.

4.4 INTERFACE DE SAÍDA

O sinal de saída do microcontrolador é de 5 V impróprio para acionar diretamente uma carga ligada a uma rede de 220 V. A interface de saída deve ter como principal característica receber uma entrada digital e realizar o chaveamento para níveis de tensão e corrente de acordo com o dispositivo elétrico a ser acionado, isolando os diferentes níveis de tensão. Os acopladores ópticos são componentes que possibilitam a transferência de um sinal de controle ou mesmo de um sinal que carrega uma informação de um circuito para outro, sem a necessidade de acoplamento elétrico. O sinal é transferido por um feixe de luz produzido por um LED e recebido por um foto sensor.

O CI 4n25 é um acoplador ótico que tem por finalidade realizar o isolamento do circuito protegendo e possibilitando ligar uma carga maior em sua saída. Como não existe contato entre os dois componentes, o isolamento entre os dois componentes é teoricamente infinito. Na prática, há um limite na tensão máxima que pode haver

entre os dois elementos sem que haja centelhamento, tipicamente variando no máximo até 7000 V.

O uso de relé nos seus contatos NF ou NA, permite realizar a comutação de cargas maiores independente da tensão, pois a bobina do relé é acionada pelo circuito eletrônico e seus contatos são modificados de estado conforme acionamento.

Esse procedimento possibilita ligar ou desligar equipamentos independentes da tensão da rede, pois tem seu funcionamento como chave comutadora. Assim equipamentos de 220 V e até 10 A podem ser ligados e desligados, possibilitando acionamento de uma sirene pelo sinal coletado na porta do microcontrolador.

O microcontrolador ATMEGA8 utilizado neste projeto foi programado de modo que as portas de saída PD3 e PD4, façam a excitação do 4n25.

O diagrama da Figura 14 mostra a representação do circuito.

Fonte: Do autor, 2011.

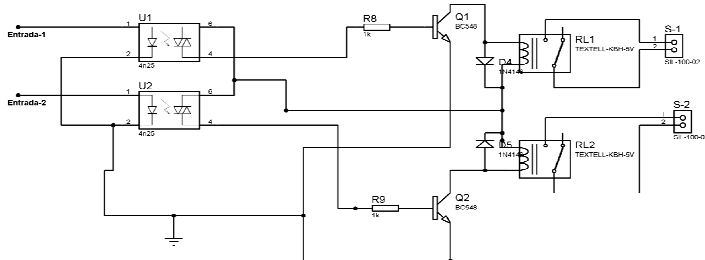


Figura 14: Esquema interface de saída

5 PLACA DE CIRCUITO IMPRESSO

Para projeto da placa de circuito impresso foi utilizado o software Proteus, versão 7.7. O componente MT-8870 foi criado no software, pois não se encontra na lista de componentes presentes em sua biblioteca.

O diagrama completo do circuito é representado na Figura 15.

Fonte: Do autor, 2011.

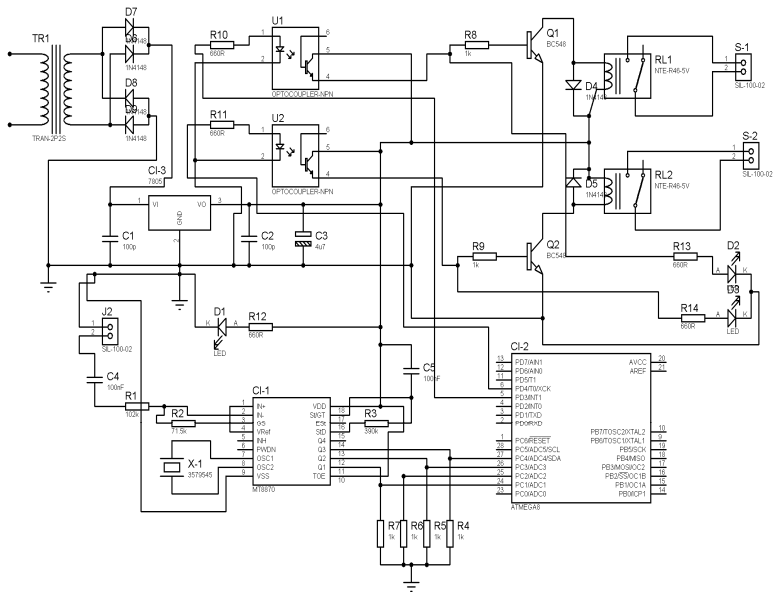


Figura 15: Diagrama eletrônico

A lista de materiais utilizados, incluindo quantidade e preços, é apresentada na Tabela 4.

Tabela 4: Materiais utilizados

N	Componente	Descrição	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Preço total (R\$)
1	MT8870	CI-1	1	8,70	8,70
2	ATMEGA8	CI-2	1	22,31	22,31
3	LM7805	CI-3	1	2,88	2,88
4	Led 5mm	D1 a D3	4	0,70	2,80
5	1N4148	D3 a D8	6	1,00	6,00
6	BC548	Q1, Q2	2	1,25	2,50
7	4n25	U1, U2	2	2,10	4,20
8	Resistor 1/8 W	R1 102 k Ω	1	0,50	0,50
9	Resistor 1/8 W	R2 71,5 k Ω	1	0,50	0,50
10	Resistor 1/8 W	R3 390 k Ω	1	0,50	0,50
11	Resistor 1/8 W	R4 a R9 1 k Ω	6	0,50	3,00
12	Resistor 1/8 W	R10 a R14 660 K	5	0,50	2,50
13	Capacitor	C1, C2 100 pF	2	0,40	0,80
14	Capacitor	C3 4u7 16 V	1	0,40	0,40
15	Cristal	3579545	1	2,88	2,88
16	Relé 5 V 10 A	RL1, RL2	2	4,70	9,40
17	Chave H	S1 2 posições	1	4,80	4,80
18	Placa fenolite	P1 10X10	1	13,00	13,00
19	Conector	Sindal	1	1,80	1,80
20	Caixa	240X140X150	1	23,31	23,31
22	Conector rc	Fêmea	2	1,80	3,60
23	Conector KK	Serial	1	2,62	2,62
24	Solda	1 metro	1	2,40	2,40
25	Transformador	100 mA 9 V	1	9,00	9,00
				TOTAL	130,40

Fonte: Do autor, 2011.

Após produzir diagrama no ISIS, o Proteus oferece um ambiente para desenvolvimento da placa de circuito impresso (ARES) onde foi confeccionado o layout da PCI apresentado na Figura 16.

Fonte: Do autor, 2001.

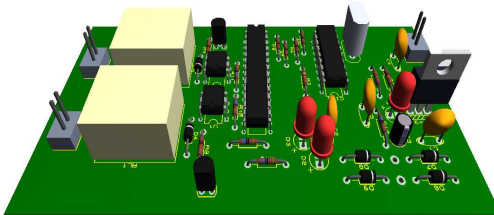


Figura 16: Layout PCI 3D

Placa de circuito impresso de face simples desenvolvida no Proteus ARES é mostrada na Figura 17.

Fonte: Do autor, 2011.

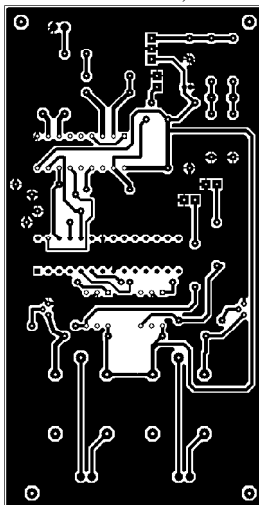


Figura 17: Layout PCI face simples

Procedeu-se então à fabricação da placa. Pela facilidade e baixo custo, escolheu-se o processo de corrosão.

A placa de circuito impresso de face simples obtida confeccionada é mostrada na Figura 18.

Fonte: Do autor, 2001.

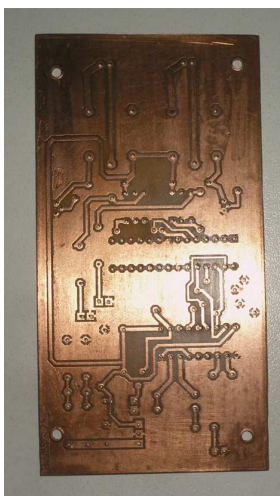


Figura 18: PCI confeccionada pelo processo de corrosão

5.1 PROTÓTIPO

Neste projeto embora possam ser realizados alguns testes via software, é imprescindível a montagem de um protótipo. Foi realizada a montagem do circuito eletrônico em uma placa de circuito impresso universal. Este protótipo é mostrado na Figura 19, montado numa caixa com todas as conexões necessárias. Observe que o transformador neste protótipo é externo.

Fonte: Do autor, 2011.

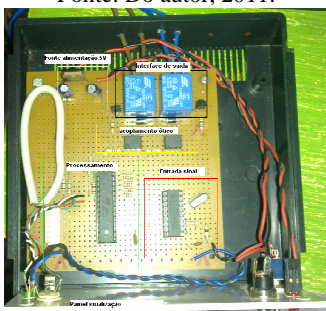


Figura 19: Protótipo

A placa final conforme demonstrado na Figura 20 nas medidas de 6 X 12 cm, permite montagem definitiva em caixa de tamanho pequeno.

Fonte: Do autor, 2011.

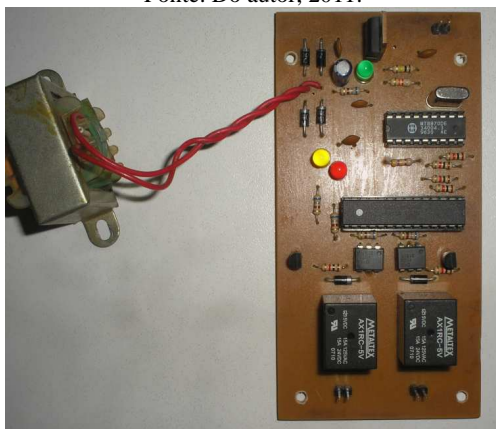


Figura 20: Placa final medindo 6 x 12 cm

5.2 PROBLEMAS ENCONTRADOS

Todos os projetistas se deparam com problemas no decorrer dos projetos, desde uma pequena alteração em um produto já pronto ou no desenvolvimento de um novo. Um dos principais problemas encontrados foi a falta da biblioteca do componente MT8870 no Proteus, prejudicando a simulação.

Após realizar pesquisa na internet foi possível criar um invólucro para permitir a montagem do esquemático e não sendo possível a realização da simulação de todo o circuito, o qual teve que ser dividido em blocos.

O envio de sinal DTMF em uma rede de radiocomunicação gera um ruído (tom), em toda a rede de rádio, não influencia no desempenho, mas operadores do sistema sentiram desconforto nos primeiros instante da implementação, após orientação e esclarecimentos ficaram habituados e logo se adaptaram.

Alguns rádios de mesa não possuem conexão para fone de ouvido, para não substituir os existentes foi realizada uma derivação do alto-falante do mesmo, funcionando com a mesma característica.

5.3 FUNCIONAMENTO

O desempenho do dispositivo desenvolvido foi verificado pelo seu funcionamento. Após montagem foram utilizados dois rádios: um para gerar o sinal DTMF e outro para receber o sinal.

Foram colocados numa distância visível de aproximadamente 10 metros para que os resultados pudessem ser acompanhados facilmente. Conforme programação do microcontrolador ATMEGA8, o mesmo estava preparado para habilitar duas saídas: S1 quando recebesse o DTMF 1, S2 para o DTMF 2. Qualquer outro sinal recebido desabilitaria S1 e S2.

O sinal foi coletado através do plugue do fone de ouvido e inserido na conexão de entrada do equipamento desenvolvido, sem necessidade de alterar a característica do rádio.

A Figura 21 apresenta a ligação:

Fonte: Do autor, 2011.

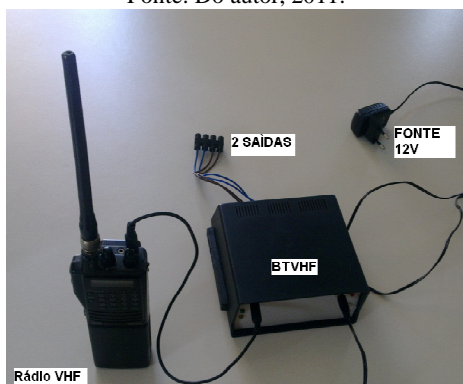


Figura 21: Conexão do rádio ao equipamento

Após a realização de vários testes de envio de sinais DTMF e voz, o projeto apresentou estabilidade. Ampliando a distância em aproximadamente 10 km, os testes foram refeitos e manteve-se a funcionalidade.

5.4 RESULTADOS OBTIDOS

O presente trabalho, que tratou da aplicação para o Corpo de Bombeiros do acionamento de dispositivos elétricos remotos via canal de rádio VHF/UHF com sinalização DTMF, possibilitou ligar uma sirene proporcionando várias vantagens:

- Diminuição do tempo de acionamento de uma chamada de emergência no Corpo de Bombeiros SC.

No momento que chega a ligação de emergência nos primeiros segundos, na maioria dos casos, já é possível obter os dados fundamentais para o deslocamento da equipe adequada para determinado atendimento, possibilitando o acionamento sem ter terminado à comunicação com o solicitante. Sendo assim, a equipe remota se prepara para deslocamento antes mesmo do término da solicitação.

Essa redução foi comprovada com coleta de 16 amostras em um período de 8 horas, registrando o tempo de duração da chamada e o momento de acionamento com o dispositivo desenvolvido, demonstrando um ganho conforme a tabela 5.

Tabela 5: Tempo ligações de chamado

N	Duração em segundo	Acionamento	Tempo ganho
1	111	43	68
2	101	37	64
3	147	47	100
4	131	41	90
5	119	38	81
6	128	49	79
7	168	62	106
8	134	40	94
9	124	54	70
10	152	61	91
11	107	39	68
12	164	58	106
13	130	46	84
14	121	57	64
15	143	44	99
16	158	63	95
TOTAL	2138	779	1359
MÉDIA	133,63		84,97

Fonte: Do autor, 2011.

Foi ganho em média 85 segundos, tempo suficiente para percorrer 1,87 km considerando uma velocidade de 80 km por hora.

- Melhor aproveitamento dos humanos. O estabelecimento remoto não precisa ter uma pessoa para acionar o alarme, proporcionando melhor aproveitamento do efetivo onde todos passam a atender os chamados. Com essa possibilidade ocorre uma melhor distribuição do efetivo.

- Possibilidade de automação de outros equipamentos que podem ser acionando diretamente através do rádio, por exemplo; abertura de portão, controle de níveis de reservatórios, alarmes e controle de qualquer equipamento elétrico.

O acionamento não interferiu no atendimento da chamada telefônica, enquanto a chamada era atendida foi possível acionar uma sirene remota distante 6 km.

A equipe de emergência foi acionada antes de ser encerrado o chamado, proporcionando agilidade e eficácia no atendimento.

No momento do acionamento a rede de rádio fica ocupada por um tempo suficiente para o operador digitar o número referente à saída, não gerando transtorno. Não houve alteração na estrutura física, mantendo-se a funcionalidade da comunicação de voz. O desligamento do dispositivo não prejudica o canal, garantindo que uma falha no funcionamento do equipamento não põe em risco a comunicação.

6. CONCLUSÃO

Podemos concluir que o projeto teve seus objetivos alcançados: os sinais gerados foram transportados via radiofrequência, coletados em ambiente remoto e decodificados na íntegra, possibilitando desta forma o acionamento de dispositivos elétricos a distâncias remotas. Desse modo o objetivo geral do projeto, redução do tempo de atendimentos de chamadas de emergências foi alcançada.

Além disso, o projeto atendeu os requisitos de baixo custo. Por utilizar componentes de fácil aquisição, a implementação e posterior replicação em grande quantidade é totalmente viável.

Dentro do âmbito de acionamento remoto de dispositivos elétricos, há na possibilidade de ligar qualquer equipamento elétrico, expandindo sua aplicação para vários outros segmentos onde a distância é um grande obstáculo.

Em relação ao uso em campo, a simplicidade do equipamento contentou os usuários que não tiveram dificuldades na operação, tamanho compacto.

Diante dessas considerações, o projeto proporciona um melhor aproveitamento dos recursos da infra-estrutura das redes de radiocomunicação mantendo as características funcionais, e a independência do equipamento proporciona robustez, pois a falha no funcionamento não interfere no sistema básico de comunicação. Como mostrado na seção 5.5, o tempo médio foi reduzido em 85 segundos, aumentando a agilidade nas emergências.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SILVA, Gilberto Viana da. **Telecomunicações: Sistemas radiovisibilidade**. Rio de Janeiro: Embratel, 1997.

LIMA, Valter. **Telefonia e cabeamento de dados: Cabos estruturas, Telecomunicação Telefones, Sistema de comutação eletrônica**. São Paulo: Érica, 2001.

NICOLOSI, Denys Emílio Campion. **Microcontrolador 8051 Detalhado**. São Paulo: Érica, 2000.

TOCCI, Ronald J.; WIDMER, Neal S.. **Sistemas digitais: Princípios e aplicação**. São Paulo: Prentice Hall, 2003.

NICOLOSI, Denys Emílio Campion. **Laboratório de microcontroladores: Família 8051: Treino de instruções, hardware e software**. São Paulo: Érica, 2002.

SCHILING, Belove. **Circuitos Eletrônicos: Discretos e integrados**. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1982.

BRANDASSI, Ademir Eder. **Eletrônica digital**. São Paulo: Nobel, 1984.

CUTLER, Philip. **Circuitos eletrônicos lineares**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1977.

LOPEZ, Ricardo Aldabó. **Sistemas de redes para automação: Rede industrial, Tecnologia de controle, Meios de transmissão**. Rio de Janeiro: Book Express, 2000.

ATMEL: ATMEGA8. Disponível em:
<www.atmel.com/atmel/acrobat/doc2486.pdf>. Acesso em: 02 out. 2010.

MITEL: MT8870. Disponível em:
<<http://www.alldatasheet.com/datasheet-df/pdf/MITEL/MT8870.html>>. Acesso em: 15 jul. 2010.

ANEXOS

ANEXO A - Código fonte para o microcontrolador ATMEGA8

```

//=====
===== //// HABILITANDO AS INTERRUPTÇÕES INTO
e   INT1   POR   TRANSIÇÃO   E   NÍVEL
//=====
===== //
#define F_CPU 1000000UL
#include <avr/io.h>
#include <util/delay.h>
#include <avr/interrupt.h>
//Definições de macros
#define set_bit(address,bit) (address|=(1<<bit))
#define clr_bit(address,bit) (address&=~(1<<bit))
#define tst_bit(address,bit) (address&(1<<bit))

int main (){
/*****
*****
**Parâmetros de entrada
*****
*****/
    unsigned dtmf; // Entrada dtmf;
    unsigned saida; // Saída
    DDRC = 0x00; //Porta D entrada
    PORTC= 0x00; //Pull-ups desabilitados na porta C
de for 0x00
    DDRB = 0xFF; //PORTB saída
    PORTB= 0x00; // Nível lógico baixo ( necessário
colocar resistores Pull-ups no circuito eletrônico)
    DDRD = 0b00011000 ; // PD3 e PD4 como saída
    PORTD= 0x00; // nivel lógico baixo .
    while(1)
    {

/*****
*****

```

```

*** Começo, dtmf PINC le pino porta C
*****
*****/
/**** Parametros de configuração ( MT8870 )
*****Q4 Q3 Q2 Q1
PINC5 Q1
PINC4 Q2
PINC3 Q3
PINC2 Q4
PINC1 STD
*****
*****/
// Quando entrar o valor 1 em DTMF para setar outro valor
verificar a tabela do MT8870
saida=0b00100000; // ( DTMF valor 1 ou setar outro valor
qualquer )
dtmf=PIN;
if(dtmf==saida) // le PORTC 5 Q1(dtmf)
{
    set_bit(PORTD,3); // PORTD 3 definido como saida 1
    _delay_ms(900);
}
else
    clr_bit(PORTD,3);

if(dtmf==0b00010000) // le PORTC
5 Q1(dtmf)
{
    set_bit(PORTD,4);
    _delay_ms(900);
}
else
    clr_bit(PORTD,4);
// Sinalização led inicio somente pisca o led
// PORTD = 0b00001000; // 0b00000000: acende o LED
ligado em PB7
// _delay_ms(900);

```

```

D      //      PORTD = 0b00000000; // Desliga todos os LED porta

      //      _delay_ms(900);
      // Sinalização final

      // PORTC=0b00000000;
    }
  }
  /*****
  *****/
  **** Parametros de configuração ( MT8870 )
  *****/Q4 Q3 Q2 Q1
  PINC5 Q1
  PINC4 Q2
  PINC3 Q3
  PINC2 Q4
  PINC1 STD
  *****/
  *****/

```